

Aus dem Hygiene-Institut des Ruhrgebiets zu Gelsenkirchen
Direktor: Prof. Dr. med. J. Wüstenberg

Über die Wirkung von Fluorverbindungen
in hygienischer Sicht

INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde der Hohen Medizinischen Fakultät
der Philipps - Universität Marburg

vorgelegt von

Parvis Komai
aus Fuomenat - Iran

Marburg 1968

Aus dem Hygiene-Institut des Ruhrgebiets zu Gelsenkirchen
Direktor: Prof. Dr. med. J. Wüstenberg

Über die Wirkung von Fluorverbindungen in hygienischer Sicht



INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde der Hohen Medizinischen Fakultät
der Philipps - Universität Marburg

vorgelegt von

Parvis Komai

aus Fuomenat - Iran

Marburg 1968



Angenommen von der Medizinischen Fakultät
der Universität Marburg am 21. 11. 1968

gedruckt mit Genehmigung der Fakultät

Dekan: Prof. Dr. med. W. Straub

Referent: Prof. Dr. med. J. Wüstenberg

Correferent: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. H. Heuser
Prof. Dr. med. R. Siegert

Meinen Eltern
in Dankbarkeit gewidmet



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554409_0067

I n h a l t

I.	Einleitung	S. 1
II.	Physiologisches Verhalten der Fluoride	S. 3
III.	Pathologische Wirkungen des Fluors	S. 6
IV.	Vorkommen von Fluorverbindungen	S. 9
V.	Intoxikation und chronische Fluorschädigung	S. 19
VI.	Therapie	S. 30
VII.	Fluoride als therapeutische Hilfsmittel	S. 31
VIII.	Zusammenfassung	S. 32

Einleitung

Die Frage nach der Bedeutung des Fluors für den Menschen ist seit Jahrzehnten diskutiert, ohne daß bis heute eine vollständige Klärung erreicht wurde. Bereits 1931 hatte man Zusammenhänge zwischen Fluoraufnahme und Zahnschädigungen bei großen Bevölkerungsgruppen vermutet. Die weltweite und zunehmende Verbreitung der Zahnkaries, gesprenkelter Zähne und gefleckten Schmelzes (mottled teeth) hatte es schon lange erforderlich gemacht, nach maßgebenden Faktoren für die Ursache dieser Erkrankungen zu suchen. Über die Faktoren, die eine Karies verursachen können ist von HEUSER (16), HOFFMANN-Axthelm (18) EGGERS-Lura (8) reichlich berichtet worden. Gleichzeitig erschien es notwendig, die Basis für eine erfolgversprechende Therapie und gegebenenfalls für prophylaktische Maßnahmen zu entwickeln. Deshalb war die Feststellung, daß Fluorverbindungen Anlaß zu Zahnschädigungen der genannten Art geben konnten, ausreichend Grund für die Einleitung einer Großzahl von Untersuchungen über die physiologischen und pathologischen Wirkungen dieses Elements und seiner Verbindungen.

Fluor ist auf der Erde relativ gleichmäßig verbreitet. Wenn es auch selten gehäuft zu finden ist, gehört es doch nicht zu den ausgesprochen seltenen Elementen. Nach V.M. GOLDSCHMIDT (14) soll die Erdkruste ungefähr 0,027 % F enthalten, was bedeuten würde, daß es an der 17. Stelle der Häufigkeitsliste der Elemente stände. Spätere Untersuchungen (24) lassen eine etwas größere prozentuale Häufigkeit von 0,07 % und damit den 13. Rang in der Häufigkeitsliste vermuten.

Die besondere Bedeutung des Fluors liegt in seiner großen chemischen Reaktionsfähigkeit und in der Tatsache, daß das Fluorion mit seinem dem Sauerstoffion sehr ähnlichen Radius von $1,33 \text{ \AA}$ in Kristallgittern an die Stelle des Hydroxylions zu treten vermag. Das Fluorion ist deshalb zwar in vielen Mineralien als selbständiges Ion vertreten, in manchen anderen aber als Austauschpartner für Hydroxyl.

Die dem Element eigentümliche Elektronenkonfiguration mit 2 Elektronen in der Innen- und 7 in der Außenschale, von denen die letzteren näher und deshalb fester gebunden am Kern liegen, als es bei den anderen Halogenen der Fall ist, führt dazu, daß es immer nur als einwertig negatives Ion auftritt. Im Gegensatz zu den anderen Halogenen sind vom Fluor elektropositive Ionen nicht bekannt.

In der Natur kommt Fluor vorwiegend in Form der Mineralien Flußspat CaF_2 , Kryolith Na_3AlF_6 und Fluorapatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH},\text{F})$ vor. Die beiden ersten Verbindungen finden weitverbreitet bei technischen Prozessen Verwendung. Flußspat dient oft als Flußmittel beim Schmelzen anorganischen Materials, Kryolith wird bei der Aluminiumgewinnung durch Elektrolyse von Aluminiumoxyd eingesetzt.

Das zuletzt genannte Mineral bietet ein gutes Beispiel dafür, daß Fluor Hydroxylionen zu ersetzen vermag. Apatit kommt nämlich auch als reiner Hydroxylapatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_2$ vor. Bei Anwesenheit von Fluor in seiner Umgebung kommt es unter geeigneten Bedingungen zum teilweisen Ionenaustausch zwischen Hydroxyl und Fluor, so daß ein Teil des Hydroxylapatits in Fluorapatit übergeht.

Die anorganische Substanz der Knochenkristalle ist zum

großen Anteil als Apatit aufgebaut. Zwischen den an der Oberfläche befindlichen Kristallen und ihrer Umgebung besteht ein Gleichgewicht und es kann ein isotonischer und heteroionischer Austausch stattfinden. Auch innerhalb der Kristalle kann ein entsprechender Ionenaustausch, an dem Fluor und Carbonat beteiligt sind, auftreten. Dieser verläuft allerdings langsamer als der Austausch mit der Umgebung.

Da im Skelett sowohl Hydroxyl- als auch Fluorapatit vorkommen, ist ersichtlich, daß die Einwirkung von Fluor auf den Organismus Anlaß zu Änderungen der mineralischen Substanz des Körpers geben kann.

Zur Behandlung toxikologischer und therapeutischer Fragen ist es zunächst erforderlich, eine Übersicht über das physiologische Verhalten, die pathologischen Wirkungen und das Vorkommen der Fluoride zu gewinnen.

Physiologisches Verhalten der Fluoride

Aufnahme: Dem Körper zugeführtes Fluor erscheint dort schnell in den extra- und intrazellulären Flüssigkeiten, im Urin, dem Skelett und in den Zähnen (40). Im weichen Gewebe wird es weniger gefunden (13). Sofern Fluor in anorganisch chemischer Bindung in den Organismus gelangt, wird es von diesem leichter aufgenommen als es bei organisch-chemischen Fluorverbindungen der Fall ist.

Bis zur Beendigung des Zahnwachstums ist eine bevorzugte Ablagerung des Fluors in den Zähnen zu beobachten, während später offenbar die Knochen den vom Körper bevorzugten Speicherungsort darstellen. Vergleicht man den

Fluorgehalt der Knochen zwischen Kindern und Erwachsenen, findet man bei Kindern mehr Fluor, was verständlicherweise mit der Periode des Skelettaufbaues im Zusammenhang steht. "Normalwerte" für den Fluorgehalt der Knochen sind weder für das Kindes- noch das Erwachsenenalter festzulegen, da die von außen kommenden Einflüsse, welche z. B. durch verschiedenartige Fluorzufuhr bedingt sind, zu stark differieren.

Der Fluorgehalt der Zähne schwankt zwischen 240 - 385 mg/kg im Dentin. Im Schmelz liegt der Bereich zwischen 100 - 133 mg/kg. Das Verhältnis der Fluorgehalte in Dentin und Zahnschmelz wird während des Zahnwachstums mit 1,4, bei ausgewachsenen Zähnen mit 2,7 angegeben. Die Ablagerung in den Zähnen erfolgt vornehmlich in der Struktur des Fluorapatits.

Über den Fluorgehalt des weichen Gewebes ist bisher weniger bekannt als über den in Knochen und Zähnen vorliegenden. Man hat aus zahlreichen Untersuchungen bisher folgende Erfahrungswerte gewonnen:

	<u>mg/kg</u>
Leber	0,36 - 0,70
Niere	0,56 - 0,78
Hirn	0,40 - 0,68
Lunge	0,16 - 0,42
Hypophyse	0,25 - 0,30
Herz	0,44 - 0,60

Den Blutkreislauf erreicht Fluor über den Magen und den oberen Intestinaltrakt (40). Versuche, welche mit dem F-Isotop F^{18} durchgeführt wurden, ergaben, daß der Gastrointestinaltrakt schon 10 Minuten nach Einnahme der fluor-

haltigen Verbindung erreicht wird. Im Blut liegt Fluor nur zum geringeren Teil ionisiert vor, ein größerer Teil ist an Serumalbumin gebunden. Zwischen dem im Blut befindlichen ionisierten Fluor und dem an Blutprotein gebundenem besteht ein Gleichgewicht, welches sich zu erhalten sucht. Wenn Fluor als Ion durch die Kapillärwände dialysiert und von dort aus das Gewebe erreicht, wird aus dem Albumin Fluor frei, so daß das Gleichgewicht erhalten bleibt. Die Bindung des Fluors an das Plasma wird durch CO_2 -Druck, die Calciumionenkonzentration und den pH-Wert beeinflußt. Wachsen die beiden letztgenannten, wird mehr Fluor vom Plasma-Albumin gebunden.

Ausscheidung: Die Ausscheidung des Fluors aus dem Körper erfolgt überwiegend über den Urin. Im allgemeinen wird angenommen (27), daß die mit dem Urin ausgeschiedene Fluormenge parallel mit der über Trinkwasser aufgenommenen läuft. Dies trifft allerdings wohl im wesentlichen nur für Erwachsene unter normalen Verhältnissen zu.

Es wurde beobachtet, daß Kinder in der Zeit größeren Fluorbedarfes beim Zahn- und Knochenwachstum weniger Fluor ausscheiden, als der aufgenommenen Menge entspricht. Dasselbe gilt für Frauen während der Gravidität.

In diesem Zusammenhange ist von Wichtigkeit, daß das Verhältnis der ausgeschiedenen zur aufgenommenen Fluormenge auch von der Konzentration abhängig zu sein scheint, in der Fluor in dem zugeführten Medium, z. B. Trinkwasser, enthalten ist. LARGENT und HEYROTH (25)

beobachteten, daß bei Genuß von Trinkwasser mit einem Fluorgehalt von 6 mg/Liter zwischen 92 - 100 % über Urin und Stuhl wieder ausgeschieden werden, bei Überschreiten dieser Fluorkonzentration im Wasser die wiederabgegebene Fluormenge aber auf 86 % sank.

Die Fluor Ausscheidung mit dem Stuhl beträgt nach MACHLE und LARGENT (27) nur ca. 10 % der Ausscheidung über den Urin.

Wenn einmal eine Speicherung von Fluor im Organismus stattgefunden hat und dann die Fluorzufuhr reduziert wird, kann die ausgeschiedene Fluormenge lange Zeit, u. U. jahrelang, über der täglich aufgenommenen liegen. WALDBOTT (41) berichtet von Untersuchungen, wo es nach Reduktion des Fluorgehaltes im Trinkwasser von 8 auf 1 mg/Liter 2 Jahre dauerte, bis bei einer Gruppe von 160 Menschen die tägliche Ausscheidung von Fluor über den Urin von durchschnittlich 7,1 auf 2,3 mg/Liter fiel.

Pathologische Wirkungen des Fluors

Zu einem nicht unwesentlichen Teil beruhen die pathologischen Wirkungen des Fluors auf seiner chemischen Eigenschaft, Calcium als unlösliches Fluorid auszufällen. Betroffenen Stellen des Organismus wird deshalb ein Teil des Calciums entzogen und dadurch das zwischen diesem und anderen Ionen oder Radikalen bestehende Gleichgewicht gestört. Es können demnach pathologische Effekte hervorgerufen werden, die sich z. B. im Auftreten von Hypocalcämie oder Störungen des Stoffwechsels äußern (30).

Bei einer mittelmäßig erhöhten Zufuhr von Fluor können krankhafte Veränderungen an Zähnen und Knochen auftreten. Bei einer Dentalfluorose zeigt der Schmelz opake und kalkweiße Flecke. Nach und nach nehmen die Zähne eine gelbe, dunkelbraune oder sogar schwarze Farbe an. In schweren Fällen treten große unregelmäßige Löcher an der Zahnoberfläche und dentale Hypoplasie in Erscheinung. Der Schmelz wird brüchig, zeigt die Neigung abzubröckeln und nutzt sich schnell ab. Im Jahre 1952 wurde von Frau Dr. Liermann das einzige Vorkommen der Dentalfluorose in Deutschland in Berggießhübel am Rande des Erzgebirges beobachtet.

Histologisch ist die Dentalfluorose durch das Fehlen der interprismatischen Binde substanz, durch Unregelmäßigkeiten der Schmelz-Prismen und Degeneration der Ameloblasten gekennzeichnet. Im fortgeschrittenen Zustande der Fluorose werden der ganze Zahn, der Kiefer und das paradentale Gewebe betroffen.

Bei Kinder, Jugendlichen und Erwachsenen mit Zahnfluorose stellten F. KEMP et al. 1952 röntgenologisch starke Störung der Knochenbildung fest, die sie auf stark F-haltiges Trinkwasser, zurückführen.

Derselben Auffassung sind auch F. NJUSCHKO und G. OWRUTZKI 1952, sowie R. POHLOUDEK-FAHINI et al. 1953 (Zit. nach Bredemann (4)).

Bei den Knochen führen periosteale und endosteale Proliferationen zu neuer Gewebekonstruktion. Es treten Exostosen verschiedener Art, Lokalisierung und Konsistenz auf. Die sonst weiche Knochenoberfläche wird rau, ihre

Farbe weiß bis elfenbeinfarben. Bei den langen Knochen verdickt die Cortex und wird sklerotisch, die Markzwischenträume verengen sich. Ligament, Sehnen und Bindegewebe der Gelenke neigen zur Verkalkung. Bei langen Knochen und im Becken treten osteosklerotische und osteoporotische Erscheinungsbilder auf.

Histologisch tritt eine osteoblastische und osteoklastische Aktivität hervor (21). Der aus dem Periostium und dem Endosteum gebildete Knochen erscheint unvollkommen und macht den Eindruck eines groben Knochenbündels. Es finden sich weite Säume osteoiden Gewebes in den Exostosen, die Kalzifizierung ist nicht abgeschlossen, die Haversschen Kanäle sind erweitert. In den Zellen fehlt das Mark, ein lockeres Bindegewebe ersetzt die Markgewebe. In von Fluorose befallenen Knochen werden wesentliche Mengen von CaF_2 als Füllsubstanz nicht beobachtet. Der Phosphatgehalt der Knochen scheint nicht angegriffen zu werden.

Auf die Enzymaktivität wirken in manchen Fällen Fluoride inhibierend (40,30). So wird z. B. die α -Ketoglutar-Dehydrogenase, welche die Neubildung von α -Ketoglutarat zu Succin katalysiert, behindert. Dasselbe gilt für die Wirkung des Fluors auf die Succin-Dehydrogenase, welche die Ablösung von 2 Wasserstoffatomen vom Succinat vermittelt, so daß die Bildung von Fumarat gestört wird. Die Einwirkung des Fluors auf die Aktivität der alkalischen Serumphosphatase ist wegen der Störung des durch dieses Enzym regulierten Knochenstoffwechsels besonders bedeutungsvoll, wenn auch erst die Zufuhr größerer Fluormengen diese Störung der Aktivität des Enzyms hervorruft. Weitere inhibierende Wirkungen des Fluors wurden bei Enzymen beobachtet, welche im Zusammenhang mit

der Phosphorglycerinsäure-Umwandlung in Phosphorbrenztraubensäure stehen.

Schleimhäute und Respirationsorgane werden durch Fluor nur dann in Mitleidenschaft gezogen, wenn das Element in größerer Menge und entsprechender chemischer Bindung zugeführt wird. Es handelt sich hierbei im wesentlichen um die Zufuhr in Form von Fluorwasserstoff, Flußsäure, Fluorkieselsäure und Siliciumtetrafluorid. Alle diese Verbindungen können in reizausübenden Konzentrationen praktisch nur vorübergehend bei Unglücksfällen und am Arbeitsplatz auftreten, so daß hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Gesundheit der Öffentlichkeit nichts zu befürchten ist. Abgesehen hiervon sind sie in der Luft nicht längere Zeit beständig, sondern wandeln sich durch Reaktion mit anderen Stoffen relativ schnell in Verbindungen um, deren Reizwirkung vernachlässigbar ist.

Vorkommen von Fluorverbindungen

Das Bestehen der Möglichkeit, durch Fluorverbindungen gesundheitliche Schädigungen zu erleiden, ist nach vorstehendem grundsätzlich gegeben. Es sind aber in fast allen Fällen außer der Fluorzufuhr auch individuelle Konstitutionsverhältnisse, insbesondere die Reaktionsfähigkeit einzelner Organe, zu berücksichtigen, wenn man schon bestehende oder mögliche Intoxikationen durch Fluoride aus diagnostischen oder präkurativen Gründen beurteilen möchte.

Zuerst müssen Überlegungen darüber angestellt werden,

wo und wann sich Fluorverbindungen in der unmittelbaren Umgebung des Menschen befinden können und in welcher Konzentration oder Menge sie vorliegen.

Eine Zufuhr von Fluorverbindungen zum Organismus kann über folgende Trägermedien erfolgen:

1. Luft
2. Lebensmittel
 - a) Wasser
 - b) Nahrungsmittel
3. Objekte des mehr oder weniger regelmäßigen Bedarfs oder Verbrauchs.

1. Luft:

Im allgemeinen enthält die Luft wenig Fluorverbindungen. In Städten schwanken die Konzentrationen zwischen 1-5 $\mu\text{g F/m}^3$, können in Sonderfällen allerdings dann höher liegen, wenn industrielle Emittenten zur Hebung des Immissionsniveaus beitragen. Es sind Durchschnittswerte von 15 - 40 $\mu\text{g F/m}^3$ bekannt, welche in der Umgebung von Aluminiumwerken, Schmelzereien und Düngemittelfabriken gefunden wurden. Normalerweise ist das Fluor als Natriumfluorid in der Luft vorhanden. In Rauch und Nebel kann es als HF und SiF_4 vorliegen.

Hinsichtlich einer schädigenden Wirkung auf die menschliche Gesundheit müssen diese Konzentrationen als völlig bedeutungslos angesehen werden. Eine Reizwirkung auf die Schleimhäute kann, insbesondere durch NaF, in den genannten Konzentrationen nicht ausgeübt werden. Die mengenmäßige Zufuhr von Fluor durch Einatmung ist desgleichen

so niedrig, daß gefährdende Situationen nicht eintreten. Bei einer täglichen Einatmung von 15 m^3 Luft würden unter normalen Konzentrationsverhältnissen von durchschnittlich $3 \mu\text{g F/m}^3$ täglich nur $45 \mu\text{g F}$ dem Körper zugeführt werden. Diese Menge ist für den Menschen bedenkenlos. Auch wenn die Fluorkonzentration höher liegt, sind über die Einatmung dem menschlichen Organismus keine zu einer Schädigung ausreichenden Mengen zuführbar.

Sind die Konzentrationen von Fluoriden außergewöhnlich hoch, kann es allerdings bei Menschen zu ausgesprochen unangenehmen Belästigungen kommen. So berichtete PATTY (32) über Beobachtungen von WILLIAMS (42) bei Arbeitern in einer Magnesium-Schmelzerei, welche staubförmige Fluoride einatmeten.

Wenn sich ihre Tätigkeit in einer Atmosphäre abspielte, deren Fluoridgehalt höher als 10 mg F/m^3 lag, klagten sie über heftig beißende Gefühle in der Nase. Die Reizerscheinungen wurden nach einigen Minuten von Niessen oder Nasenbluten begleitet. Lag die Fluoridkonzentration unter $2,5 \text{ mg F/m}^3$, wurden diese Effekte nicht mehr beobachtet.

Da derart hohe Fluoridgehalte der Luft nur an nicht einwandfrei überwachten Arbeitsplätzen oder bei Unglücksfällen zu erwarten sind, scheiden sie bei einer Betrachtung über ständige Schädigungsmöglichkeiten der Bevölkerung durch Anwesenheit von Fluoriden praktisch aus.

Bei der Betrachtung der Konzentration von Fluoriden in der Luft muß allerdings auf die besondere Eigenschaft der Pflanzen hingewiesen werden, Fluor zu speichern. Im Gegensatz zu ihrem Verhalten gegenüber anderen chemischen Verbindungen, ist die Pflanze nicht in der Lage, einmal

aus der Luft aufgenommenes Fluor über die Wurzel wieder abzubauen. Es tritt demnach eine Anreicherung dieses Elementes in den über dem Erdboden liegenden Teilen des pflanzlichen Organismus ein, welche unter ungünstigen Umständen sowohl zu einer Schädigung der Pflanze selbst als auch ihrer Umgebung führen kann. Abgesehen von den, zumindest aus wirtschaftlichen Gründen bedauerlichen phytopathologischen Folgen dieser Speichermöglichkeit der Pflanze für Fluoride, ist sie auch die Ursache dafür, daß den Weidetieren gesundheitsgefährdende, u. U. sogar toxische oder letale Mengen an Fluor zugeführt werden.

2. Lebensmittel

a) Wasser

Der Gehalt des Wassers an Fluoriden ist außerordentlich unterschiedlich. In der umfangreichen Literatur findet man Werte, welche sich in Bereichen zwischen "Spuren" und oberhalb 20 mg/Liter bewegen.

Im Meerwasser ist der Gehalt ungleichmäßig und zwar sowohl wenn man am gleichen Ort zu verschiedenen Zeiten Beobachtungen macht, als auch bei gleichzeitigen Messungen an weit auseinanderliegenden Stellen. Eigene im Nordseewasser genommene Proben bei der Insel Sylt ergaben Werte für die Fluoridkonzentration um 1 mg/Liter. Im Persischen Golf wurden von AZAR, NUCHO, BAYYAK u. BAYYAK (2) Fluoridgehalte bis zu 8,7 mg/Liter gefunden.

Die aus dem Fluoridgehalt des Meerwassers sich für den menschlichen Organismus ergebenden Wirkungen können nur indirekte sein. Da es natürlicherweise nicht als Trinkwasser infrage kommt, ist eine Zufuhr zum Menschen prak-

tisch nur durch die Ernährung mit Fischen, in denen sich Fluorid angereichert hat, möglich.

Anders liegen die Verhältnisse, wenn man das Flußwasser betrachtet, da dieses der Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser dient. Auch hier sind Schwankungen des Fluoridgehaltes in relativ breiten Grenzen möglich. Während es zweifellos Wasser mit Fluoridgehalten unterhalb 0,1 mg/Liter und oberhalb 8 - 10 mg/Liter gibt, liegt der normale Gehalt zwischen 0,1 - 0,3 mg/Liter.

Die Ansichten über mögliche Beeinflussungen der Gesundheit infolge der über Trinkwasser dem Körper zugeführten Fluormenge sind in der medizinischen Literatur keineswegs einheitlich. Es dürfte aber feststehen, daß sowohl eine zu hohe als auch eine zu niedrige Fluoridkonzentration im Trinkwasser zu unerwünschten Beeinflussungen mancher Teile des Organismus führen kann.

Optimale Werte für den Fluoridgehalt des Trinkwassers festzulegen ist schon deshalb schwierig, weil sie für verschiedene Abschnitte des Lebensalters nicht die gleichen sein können. Der kindliche Organismus erfordert während des Zahn- und Knochenwachstums mehr Fluor als der des Erwachsenen, bei welchem eine überhöhte Fluorzufuhr nicht günstig ist. Bei Vergleich der zahlreichen Literaturstellen (36,6,15) über diese Frage ist ersichtlich, daß die Mehrzahl der Meinungen dahin geht, als Grenzen der Fluoridkonzentration im Trinkwasser den Bereich zwischen 0,1 - 1 mg/Liter anzusehen.

5 Nahrungsmittel:

Die Angaben über den Fluorgehalt der Nahrungsmittel

schwanken schon deshalb verhältnismäßig stark, da oft die Proben gleicher Art natürlicher Lebensmittel unterschiedlich viel Fluor enthalten können, wenn sie aus verschiedenen Orten stammen oder die bei ihrer Entstehung vorliegenden Umweltsbedingungen nicht vergleichbar sind.

Außer diesen von der Herkunft abhängigen Einflüssen muß auch damit gerechnet werden, daß eine künstliche Zuführung von fluorhaltigen Stoffen den Fluoridgehalt des betreffenden Nahrungsmittels steigern kann. Dies ist z.B. durch Schädlingsbekämpfungsmittel, fluorhaltigen Dünger, Konservierungsmittel u. ä. möglich.

Hinsichtlich der Beurteilung möglicher gesundheitsschädlicher Einflüsse ist natürlich primär davon auszugehen, ob das betreffende Nahrungsmittel vom Menschen in größerer Menge oder mit gleichbleibender Regelmäßigkeit aufgenommen wird, so daß auch die Voraussetzung für eine Speicherung von Fluor im Organismus gegeben ist.

Zu den sowohl in größerer Menge als auch regelmäßig genossenen Lebensmitteln gehören neben Wasser in erster Linie Kartoffeln und Brot, es folgen mit einer gewissen Abstufung Gemüsepflanzen und Obst.

Untersuchungen über den Fluorgehalt der Kartoffelknollen sind an vielen Stellen vorgenommen worden. Sie ergaben in neuerer Zeit - im Gegensatz zu der früher von MAYR-HOFER (28) geäußerten Auffassung von einem besonders niedrigen Fluorgehalt der Solanaceen -, daß die Kartoffeln in der Lage sind, durchaus normale Fluormengen aufzunehmen und auf Fluorangebote zu reagieren. In verschiedenen Ländern vorgenommene planmäßige Untersuchungs-

reihen von v. FELSSENBERG (9) in der Schweiz, von NOMICK (31) in Schweden und von GERICKE und KURMIS (12) in Deutschland zeigten Fluorgehalte der Kartoffel zwischen 0,02 - 0,45 mg Fpro 100 g Trockensubstanz. In einem Extremfall, wo der Boden 50 Jahre lang jährlich mit Superphosphat gedüngt und ihm 4,5 bis 9,0 kg F/ha zugeführt worden war, hatten die dort geernteten Kartoffeln einen Fluorgehalt von durchschnittlich 1,28 mg pro 100 g Trockensubstanz.

Die auf 100 g Trockensubstanz bezogenen Fluorgehalte müssen bei Betrachtung der bei Genuß von Frischkartoffeln zugeführten Fluormenge entsprechend dem Wassergehalt dieser modifiziert werden. Da die Frischkartoffel 75 - 80 % Wasser enthält, führt man dem Körper bei Genuß von 1 kg Frischkartoffel, die einen Fluorgehalt von 1 mg/100 g Trockensubstanz hat, nicht 10 mg, sondern nur 2 - 2,5 mg Fluor zu. Unter Berücksichtigung der Tatsache, daß der Fluorgehalt der Kartoffel im allgemeinen nur 0,5 mg/100 g Trockensubstanz beträgt und man einen mittleren Tagesverbrauch von höchstens 0,5 kg Kartoffeln ansetzen kann, ist eine zur Beeinflussung der Gesundheit beitragende Fluorzufuhr über die Kartoffel nicht zu befürchten.

Da das der Ernährung dienende Getreidekorn oberhalb des Erdbodens wächst, kann ihm nicht nur über den Halm aus dem Boden, sondern auch aus der Luft Fluor zugeführt werden, was bei der Kartoffelknolle nicht der Fall ist.

In diesem Zusammenhange ist, wie früher schon gesagt, darauf hinzuweisen, daß ein Austausch einmal aufgenommener Fluoride zwischen ober- und unterirdischen Teilen

bei der Pflanze nur beschränkt möglich ist. Von der Wurzel dringt nur ein Teil des aus dem Boden aufgenommenen Fluors in die über der Erde wachsenden Teile der Pflanze. Ist die Grenzkonzentration von ca. 5 mg F/100g Trockensubstanz in der Pflanze erreicht, hört ein weiterer Nachschub aus der Wurzel auf. In den Blättern, Früchten und dem Stamm befindliches Fluor wird ebenfalls über die Wurzel nicht wieder abgegeben. Für im oberirdischen Teil der Pflanze vorhandene Fluoride besteht vielmehr ein Trend, in die peripheren Pflanzenteile, z. B. die Blattränder, zu wandern. An diesen findet eine Kumulation von Fluoriden statt, welche bis zu Nekrose führen kann.

Die Möglichkeit einer starken Anreicherung von Fluoriden aus der Luft in oberirdischen Pflanzenteilen ist natürlich nur dann gegeben, wenn in der Atmosphäre fortlaufend hohe Fluorgehalte vorliegen, wie es z. B. in der Nähe von Aluminiumwerken der Fall ist. In der Umgebung eines solchen Werkes in Westfalen wurden im Kartoffelkraut 150 mg F/100 g Trockensubstanz, in der Kartoffelknolle dagegen nur 0,5 mg F/100 g Trockensubstanz gefunden (33).

Da im allgemeinen die Fluorgehalte der Luft aber niedrig liegen, ist der Fluorgehalt der Wurzeln höher als der in oberen Pflanzenteilen vorhandene.

Unter normalen Bedingungen ist der Fluorgehalt von Getreidekörnern niedrig. Er bewegt sich um 0,1 mg F in 100 g Trockensubstanz. Es ist also nicht damit zu rechnen, daß eine zur Schädigung führende Menge von Fluoriden dem Menschen über aus Getreidekorn bereitete Nah-

rungsmittel zugeführt wird.

Die Fluorgehalte von Gemüse und Obst sind bei der Betrachtung möglich schädigender Mengen für den Menschen relativ bedeutungslos. Einerseits wird von beiden Nahrungsmitteln wesentlich weniger an Trockensubstanz vom Menschen gegessen, andererseits sind die Fluorgehalte auch der Trockensubstanz nicht höher als beim Getreidekorn.

3. Objekte des mehr oder weniger regelmäßigen Bedarfs oder Verbrauches

Fluor kann gelegentlich dem Organismus als Bestandteil von Medikamenten zugeführt werden. In pharmazeutischen Präparaten kann es entweder als Komponente des Medikamentes vorliegen oder als in Kauf genommene Verunreinigung. Letzteres ist manchmal bei Präparaten der Fall, welche Calcium, Phosphor, Aluminium oder Magnesium enthalten. (10). Als Medikament findet sich Fluor, unter Umständen wegen seiner potenzierenden Wirkung, in Tranquillizern, Steroiden, Anaesthetica und Diuretica.

In neuerer Zeit wird zur Kariesprophylaxe der verschiedenen Nahrungsmitteln, wie Brot, Milch, Kochsalz sowie Zahnpasten, Mundwassern, Kaugummi und Dragées Fluor beigegeben. Es ist bis jetzt nicht eindeutig geklärt, ob solche Form von Fluorapplikation wirklich zu einer Zahnschutzhärtung führen kann. Bei einer Deutung des therapeutischen Effektes muß man auch an die sekundären Wirkungen denken; so kann die Reduzierung des Laktobazillenindex oder die Beschleunigung des Kohlehydratabbaues bei Anwesenheit geringer Fluormengen im Speichel zu

einer Minderung der Karieshäufigkeit führen.

Mit dem Ziel, eine direkte Wirkung auf die Zahnhartsubstanz auszuüben, wendete HEUSER (16) eine intensive lokale Applikation von Fluor durch wiederholte Touchierungen an.

HEUSER benutzte die wässrige Lösung von Magnesium-siliciumhexafluorid $MgSiF_6$, dessen SiF_6 -Ion sich in einem durch $Ca(OH)_2$ geschaffenen alkalischen Medium in siliciumhydroxyd und Calciumfluorid umwandelt.

Bei der Touchierung mit Magnesium-Siliciumhexafluorid (Cervin) und Nachtouchieren mit Calciumhydroxyd (Reogan) tritt eine Verkieselung der Zahnhartsubstanz ein und ein Teil des dort befindlichen Hydroxylapatits wird in den schwerlöslichen Fluorapatit überführt.

Bei der Touchierung der Zähne mit einer 2%igen NaF-Lösung konnten HEUSER und KESSLER (17) eine Verminderung der Kariesanfälligkeit von 37,2 bis 39 % erzielen.

KNUTSON (23) empfiehlt ab dem 4. Lebensjahr die Zähne mit einer 2%igen Natriumfluoridlösung 4 Mal in wöchentlichen Abständen, möglichst 2 Jahre lang zu bepinseln.

Auch viele andere Autoren haben sich mit solchen Versuchen beschäftigt darunter sind vor allem DRUM, SCHMIDT, SCHÜTZMANNSKY, THOLUCK und EICHLER zu nennen.

Die vorgenommenen Versuche zeigten, daß es sich hierbei um rein physikalisch-chemische Vorgänge handelt, da die histologische Nachweis des aufgenommenen Fluors sowohl bei pulpagesunden und pulpatoten Zähnen im Mund,

als auch bei extrahierten Zähnen gelang.

WALDBOTT (40) beobachtete 3 Fälle von Stomatitis, DOUGLAS (7) 2 Fälle mit Symptomen, welche auf eine Fluorintoxikation hindeuteten, bei Patienten, die fluorhaltige Zahnpasta benutzten. In diesen Fällen ist aber nicht klargestellt worden, ob die beobachteten pathologischen Erscheinungen auf den Gebrauch der Zahnpasta zurückzuführen waren oder andere Ursachen hatten.

Intoxikation und chronische Fluorschädigung

Bei Pflanzen und Tieren sind akute Schädigungen durch Fluorverbindungen möglich. Die Pflanze nimmt die aus der Luft ihr zugeführten Fluoride auf und speichert sie, wobei eine Ansammlung nur in den über dem Erdboden liegenden Teilen stattfindet. Dadurch tritt verhältnismäßig schnell durch Fluoranreicherung in den peripheren Pflanzenteilen eine toxische Wirkung auf, welche im Verlaufe einer Vegetationsperiode zu Nekrosen führen kann.

Tiere nehmen Fluor vornehmlich mit dem pflanzlichen Futter auf. Da dieses unter Umständen, besonders in der Nähe von Betrieben, welche Fluor emittieren, verhältnismäßig viel Fluor enthalten kann und von den Tieren große Mengen gefressen werden, können akute Fluorvergiftungen eintreten.

Die Empfindlichkeit der Tierarten gegenüber Fluorzufuhr ist verschieden. Aus den Ergebnissen mehrerer Bearbeiter dieser Frage, läßt sich aus der folgenden Ta-

belle eine näherungsweise Abstufung nach den dort zusammengestellten Maximalwerten der täglich zuführbaren Fluormenge ansehen:

	Fluorzufuhr in mg/kg Körpergewicht
Milchkühe	1 - 3
Schweine	4 - 12
Ratten	10 - 20
Meerschweinchen	12 - 20
Hühner	35 - 70

Die Rinder sind deshalb als besonders empfindlich anzusehen.

Die Kennzeichen einer Intoxikation der Rinder bestehen in Schädigungen der Zähne, der Knochen, Störungen des Stoffwechsels und der Fertilität.

Unregelmäßigkeit des Zahnwuchses, Ausbildung ungleichmäßiger Zähne und Auftreten von Flecken auf ihnen sind charakteristische Symptome einer Fluorintoxikation. Man beobachtet sie dann, wenn vom Tier täglich mehr als 1 mg Fluor /kg Körpergewicht aufgenommen wird.

Die Knochenveränderungen zeigen sich in Form von Verdickungen, wie sie in Abbildung 1 zu erkennen sind. Begleitet sind sie von starken Störungen des Ligamentes, Lahmheit und Versteifungen der Gelenke. Gangart und weitere Bewegungsfähigkeit der Tiere sind dadurch so stark behindert, daß sie dem normalen Verhalten innerhalb der Herde nicht mehr zu folgen vermögen. Sol-

che pathologischen Erscheinungen sind aus den Abbildungen 2 und 3 zu ersehen.

Der Stoffwechsel erkrankter Tiere ist durch Ansteigen der Calcämie gestört, wodurch eine Änderung des Calcium-Phosphat-Gleichgewichtes eintritt. Solche Veränderungen treten auf, wenn täglich mit dem Futter 5 - 15 mg F/kg Körpergewicht dem Tier zugeführt werden. Störungen in den Nieren treten auf, wenn das Tier 10 - 15 mg F/kg Körpergewicht aufnimmt. Bei Aufnahme von 20 - 25 mg F/kg Körpergewicht wurden schwere degenerative Organschäden beobachtet. Wird die tägliche Aufnahme von Fluor noch weiter gesteigert, muß innerhalb weniger Tage damit gerechnet werden, daß das Tier eingeht.

In allen genannten Fällen sind pathologische Erscheinungen mit Kennzeichen der Entkräftung, Lethargie und manifester Schwäche verbunden. Die Abbildungen 4 und 5 zeigen Tiere, welche sich nicht mehr erheben können oder darauf angewiesen sind, sich zur Aufrechterhaltung ihres Körpers auf die Zwischenwände ihrer Stallboxen zu stützen.

Ob die Beeinträchtigung der Fruchtbarkeit direkt auf das Einwirken von Fluorverbindungen oder auf den durch diese hervorgerufenen Status der Entkräftung zurückzuführen ist, kann bisher noch nicht entschieden werden.

Außer den genannten Symptomen tritt eine schnell fortschreitende Abmagerung ein (35). Diese geht wieder zurück, wenn die Rinder einige Wochen auf andere Weiden gebracht werden, auf denen das Gras nicht durch Fluoride verunreinigt ist. Besteht aber keine Möglichkeit, weitere Fluorzufuhr durch das Futter zu vermeiden, kann

es bei den Tieren zur Kachexie kommen.

Beim Menschen ist eine akute Intoxikation im allgemeinen nicht zu befürchten, da die spontane Zuführung großer Mengen an Fluoriden nur bei Unglücksfällen zu befürchten ist. Anders liegen aber die Verhältnisse, wenn durch regelmäßige Aufnahme von Fluoriden in kleineren oder mittleren Mengen Anlaß zu chronischer Schädigung gegeben ist. Eine derart regelmäßige Zufuhr von Fluoriden kann über den Genuß des Trinkwassers erfolgen.

Die diagnostische Situation ist in Fällen subakuter oder chronischer Fluorvergiftung ungleich schwieriger als in Fällen akuter Vergiftung. Die vom Patienten angegebenen Symptome sind in ihrer Gesamtheit nicht unbedingt charakteristisch für das Bestehen einer Fluorose. Im allgemeinen wird über folgende Beschwerden geklagt:

Schmerzen und schmerzhaftes Belästigungen in Knochen und Gelenken; bevorzugt an den unteren Extremitäten und am Ende der Wirbelsäule. Neuromuskuläre Symptome, insbesondere Schmerzen und Parästhesien an den Extremitäten sowie Störungen der Hautempfindlichkeit; Störungen im zentralen Nervensystem wie Kopfschmerzen, Neurasthenische Erscheinungen, Störungen an der Netina. Stomatitis, Gastritis, Ilitis, Colitis, Erkrankungen der unteren Harnwege. Zur differentialdiagnostischen Beurteilung sind im allgemeinen analytische Bestimmungen der Fluor-gehalte von Urin und Stuhl notwendig.

Da die Auslösung einer chronischen Fluorose durch den Trinkwassergenuß erfolgen kann, sind seit Jahrzehnten

zahlreiche Untersuchungen über dessen Fluorgehalt an vielen Stellen der Welt vorgenommen worden. Hierbei ergab sich, daß in den zur Trinkwasserversorgung benutzten Gewässern die verschiedensten Fluorkonzentrationen vorlagen. Sie können gelegentlich außerordentlich gering sein, an manchen Stellen der Erde wurden aber auch Gehalte von mehreren Milligramm Fluor pro Liter Wasser gefunden. In der überwiegenden Zahl bekannter Untersuchungen fand man aber zwischen 0,1 - 0,3 mg F/Liter.

HAACK und ZIMMERMANN (15) untersuchten Trinkwässer im Rheinisch-westfälischen Industriegebiet und kamen zu den in nachstehender Tabelle wiedergegebenen Ergebnissen.

<u>Wasserversorgung aus:</u>	<u>Fluorgehalt in mg/Liter</u>
1. Quellwässern	unter 0,1 höchstens 0,2
4 Talsperren, davon 2	0,0 - 0,03
weitere 2	0,06
Brunnenwässern in Kalksandsteinformation	0,05 - 0,10
Brunnenwässern im Rheingebiet (uferfiltriertes Rheinwasser)	0,2 - 0,23
Brunnenwässern im Einzugsgebiet der Lippe	0,10 - 0,22
Ruhrwasserwerken (unfiltriertes und künstlich angereichertes Grundwasser)	0,09 - 0,23

Auch weitere Untersuchungen der gleichen Autoren über die Fluorgehalte im Wasser der Ruhr und der Ruhrwasserwerke von der oberen Ruhr bis zur Flußmündung ergaben

Konzentrationen zwischen 0,08 - 0,23 mg F/Liter.

Es ergibt sich also hier der Fall, daß in einem sehr großen, dichtbesiedelten Gebiet das Trinkwasser einen relativ gleichmäßigen Fluorgehalt aufweist, wobei die Wasserversorgung aus den verschiedensten Quellen erfolgt.

Daß aber auch ganz andere Verhältnisse vorliegen können, wird aus dem Beispiel der Patenstadt Gelsenkirchen Kaolack (Senegal) ersichtlich. Zur öffentlichen Trinkwasserversorgung dieser Stadt ergab sich 1938 die Notwendigkeit, 2 Tiefbrunnen zu bauen, welche in den zweiten Grundwasserhorizont herabreicheten. Aus dieser Schicht konnte mineralreiches Tiefenwasser in einer Menge von 350 m³/h gefördert werden.

Da einige Jahre nach Inbetriebnahme der Brunnen bei Jugendlichen häufig das Auftreten gefleckter Zähne beobachtet wurde (siehe Abb. 6 bis 9), war der Anlaß gegeben, das Wasser auf seinen Fluorgehalt zu untersuchen. Vom Hygiene-Institut des Ruhrgebiets in Gelsenkirchen durchgeführte Analysen ergaben Fluorgehalte zwischen 2,7 - 4,8 mg/Liter. Hieraus folgte die Notwendigkeit, technische Maßnahmen zur Minderung des Fluorgehaltes einzuleiten.

Das letztgenannte Beispiel zeigt, daß übermäßiger Fluorgehalt des Trinkwassers zu Zahnschädigungen bei Heranwachsenden führen kann. Andererseits scheint es sicher zu sein, daß auch eine zu geringe Fluorkonzentration im Trinkwasser eine gute Zahnbildung verhindert.

Es ist daher verständlich, dass an vielen Stellen der Versuch gemacht wurde, dem Wasser dann Fluoride künstlich zuzusetzen, wenn sein Fluorgehalt zu gering zu sein schien. Die hierdurch erzielten Erfolge haben sich an manchen Orten zweifellos als gut erwiesen, soweit die Maßnahmen der Kariesprophylaxe oder der Reduktion von Karieshäufigkeit diene.

So begannen die U.S.A. als erste 1945 in Grand Rapids, Michigan, eine künstliche Fluoridierung des Trinkwassers vorzunehmen. In den Jahren 1947-1957 in Evanston, Illinois, USA wurde dem Wasser ebenfalls Fluorid beigegeben. Bei in den Jahren 1954-55 durchgeführten Untersuchungen an damals sechsjährigen, also erst nach Einführung der Fluoridierung geborenen Kindern, ergaben sich 8% weniger Kariesbefunde als bei den vor 1947 Geborenen.

Zur Zeit nehmen etwa 40 Millionen Menschen in den USA an einer Trinkwasserfluoridierung teil.

1945 begann auch Canada damit, Schweden 1953, Belgien 1956.

In Deutschland (Europa) hat die Stadt Kassel als erste 1952 die Trinkwasserfluoridierung aufgenommen. Urheber dieser Aktion ist Herr Obermedizinalrat Doz. Dr. HORNING (20).

Die USA berichten über eine Karies-Reduktion von 45-60 % Die Schweiz gibt einen statistisch nachgewiesenen Rückgang der Karieshäufigkeit von 40 - 60 % bei den Teilnehmern ihrer Tabletten-Aktion an.

Zu Beginn der Trinkwasserfluoridierung 1953 in Kassel wurden 213 Schulkinder aus Wahlershausen und 212 Schulkinder aus einem Stadtteile ohne Fluorid Zusatz, von FRIEDRICH (11) auf Karies klinisch untersucht, dabei stellte er fest, daß im ganzen gesehen, die Ergebnisse des Stadtteils ohne Fluoridzusatz zum Trinkwasser günstiger liegen. Er hofft aber, trotzdem, daß eine günstige Wirkung der Trinkwasserfluoridierung bewiesen werden kann.

Da man sich nicht nur mit den Klinischen Untersuchungen begnügte, wurde bereits im Jahre 1955 von WOLFRUM (41) röntgenol. Untersuchungen durchgeführt, um den wahren Kariesbefall festzustellen.

Im Juni 1956 konnte von HORNUNG (Zit. nach Hoffmann, Knappwost) bei einer Tagung der Europäischen Arbeitsgemeinschaft für Fluorforschung und Kariesprophylaxe in Marburg a.d.L., von der Trinkwasserfluoridierung in Kassel eine Kariesreduktion von etwa 50 % mitgeteilt werden.

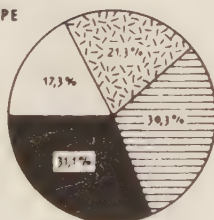
HOFFMANN, L. (19) konnte im Jahre 1959, also 6 Jahre nach Einführung der Trinkwasserfluoridierung bei 591 Kindern aus Wahlershausen im Vergleich zu 565 Kindern des Nachbarbezirkes eine Kariesreduktion von 27,5 % nachweisen.

Die folgenden Zeichnungen von HOFFMANN (19) zeigen klar und eindeutig den bisher erreichten Erfolg der Trinkwasserfluoridierung in Kassel von 1953 - 1959.

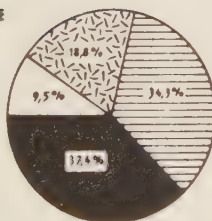
Zu beachten ist der Ausgangswert (Anlaufwert) im Jahre 1953, bei dem der Kariesbefall der Probandengruppe um ca. 40 % höher lag als derjenigen der Kontrollgruppe.

F) ZUNAHME der KARIESFREQUENZ *beider Testgruppen innerhalb von sechs Beobachtungsjahren*

PROBANDENGRUPPE
(Kinder mit Fluor)



KONTROLLGRUPPE
(Kinder ohne Fluor)



Anfang der Fluoridierung STAND 1953 (Anlaufwert)

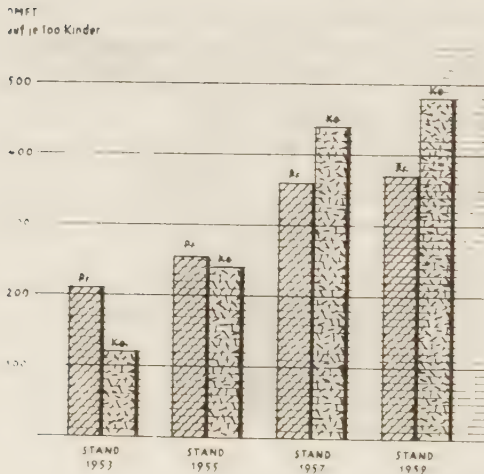
STAND 1955

STAND 1957

STAND 1959

E) GESAMTKARIESBEFALL beider Testgruppen in 1953 · 1955 · 1957 · 1959

(DMFT = decayed, missing, filled teeth =
Summe der wegen Karies erkrankten, extra-
hierten und gefüllten bleibenden Zähne)



Pr = Probandengruppe = Kinder mit Fluor
Ko = Kontrollgruppe = Kinder ohne Fluor

Laut Erlass des Hessischen Minister für Arbeit und Volkswohlfahrt und Gesundheitswesen vom 12. November 1959 sollten Kinder aus dem Fluorgebiet des Rhein-Main-Bezirks untersucht werden um eventuelle Kinder, die nicht fluoridiert sind und deshalb erkrankt sein könnten, zu finden. Der Erlass ist in der Anlage 1

1962 bei 546 Schulkindern, davon 256 aus dem Fluorgebiet in Kas-el, keine signifikanten Unterschiede zwischen den Ergebnissen aus dem Fluorgebiet (Wahlershausen) und den Kontrollzonen finden. Hierbei sind Kinder, die weniger als 3 Jahre in dem Fluorgebiet wohnten, bei den Untersuchungsergebnissen nicht ausgewertet.

MELANDEE (29) berichtet aus Norrköping, Schweden, daß nach dreijähriger Trinkwasserfluoridierung bei den acht- bis zehnjährigen Kindern ein Rückgang der Karieshäufigkeit von 18,3 % stattgefunden hat.

So günstig diese Erfolge klingen und zur weiteren Voranname der Fluoridierung des Trinkwassers anregen konnten, so berechtigt sind auch kritische Stimmen, welche sich gegen eine generelle Einführung der künstlichen Fluoridierung des Wassers wenden.

CHERNICV (5) empfiehlt, mit einer allgemeinen Durchführung der Fluoridierung von Trinkwässern solange zu warten, bis durch weitere Untersuchungen erwiesen ist, daß die hinsichtlich Zahnentwicklung bei Kindern und Jugendlichen günstigen Effekte nicht an anderen Stellen des Organismus zu Schädigungen führen, insbesondere zum Auftreten von chronischer Fluorose.

Nach LEONHARDT (26) hängt der Erfolg einer Fluorzufuhr von der Erfüllung nachfolgender Voraussetzungen ab:

1. Feststellung des Fluorvorkommens im Trinkwasser
2. Gründliche Aufklärung der Bevölkerung, Sanitätsberufe und Behörden.
3. Fortgesetzte und regelmäßige Zufuhr vom 3. Schwangerschaftsmonat an bis zum 16. Lebensjahr.

4. Bei Trinkwasserfluoridierung eine zentrale Trinkwasserversorgung.
5. Ständige Nachkontrolle des F-Gehaltes des Trinkwassers.

Faßt man die bisher geäußerten Meinungen zusammen, kommt man zu dem Schluß, daß dafür gesorgt werden sollte, den Fluorgehalt der Trinkwässer auf 1 mg/L. zu halten, aber nach Möglichkeit Konzentrationen von mehr als 1 mg F, Liter zu vermeiden.

Abschließend möchte ich ein Wort von KESSLER (22) zitieren, dessen Meinung ich mich nur anschließen kann.

"Fluorprophylaxe ist nur ein Teil der Kariesprophylaxe und führt allein auch nicht zum Ziel. Gesunde Ernährung der werdenden und stillenden Mütter, des Säuglings, Kleinkindes und Schulkindes, Rachitisprophylaxe und gesunde Lebensweise mit sorgfältiger Zahn- und Mundpflege Zahnärztl. Überwachung und sonstige hygienischen Maßnahmen müssen hinzutreten, um eine wirksame Kariesprophylaxe zu erreichen."

Therapie

Die Therapie der Fluorosen muß sich vornehmlich danach richten, weitere Zufuhr von Fluor zum Organismus zu vermeiden. Das Absetzen vom Genuß fluornaltigen Trinkwassers hat zweifellos, wenn auch erst nach längerer Zeit, sichtbaren Erfolg.

Eine Dekorporierung mittels Mg- oder Ca-enthaltenen Na_2CO_3 oder $\text{Ca-enthaltenen Na}_2\text{CO}_3$

soll nach VOEGTLIN (39) erreichbar sein. Es ist nicht ausgeschlossen, daß hiermit Erfolge erreicht werden können. In jedem Falle ist aber die Reduktion der Fluorzufuhr wohl die wichtigste und erfolgversprechendste Methode.

Fluoride als therapeutische Hilfsmittel.

Die bisherige Kenntnis über die Einwirkung von Fluor auf den Organismus hat - abgesehen von dem als günstig anzusehenden Einfluß des Elements auf Zahnwachstum und Zahnausbildung - in überwiegendem Umfange schon gehegte Besorgnisse über seine Rolle als gesundheitsschädigendes Element unterstützt und sogar gefördert. Umso bemerkenswerter mußten deshalb im Jahre 1965 veröffentlichte Untersuchungen und Überlegungen von SOAGNES (37) erscheinen, durch welche wahrscheinlich gemacht wurde, daß gewisse pathologische Zustände durch die Applikation von Fluoriden in einem für den Patienten günstigen Sinne beeinflusst werden konnten.

SOAGNES war bekannt, daß ALBRIGHT und REIFENSTEIN (1) 1944 über Versuche berichtet hatten, an idiopathischer Osteoporose leidenden Patienten zum Schutze ihres Skeletts Fluor in hohen, bis damals noch nicht angewendeten Dosierungen zu verabreichen. Die von ihnen gewählte Menge betrug 30 ppm und mehr. Leider blieb ein therapeutischer Erfolg aber aus.

Dies erklärte SOAGNES damit, daß er diese nach der vorherrschenden Meinung sehr hohe Fluordosierung noch für zu niedrig hielt. Seine Erklärung wurde dadurch gestützt, daß BLACK und Mitarbeiter (3) 70 unheilbare

Patienten, überwiegend Carcinomfälle, 4 - 6 Monate lang mit Fluordosen zwischen 80 - 400 mg täglich behandelt hatten. Die histopathologischen Untersuchungen an wegen ihres ursprünglichen Leidens verstorbenen Patienten ergaben keine nachweisbaren durch Fluor hervorgerufene Schädigungen in den Organen, Geweben oder Zellen.

Neue Untersuchungen in den Jahren 1962 - 1965 hatten weiterhin gezeigt, daß sich bei Patienten mit Störungen im allgemeinen Calciumstoffwechsel und mit Erkrankungen des Knochensystems eine Therapie mit Anwendung relativ hoher Fluordosierungen in günstigem Sinne auswirkte. So wurden z. B. von PURVES (34) 16 Patienten, welche an Paget's Osteodystrophie litten, über 2 - 3 Monate täglich 3 x 20 mg Natriumfluorid, anschließend 1 Jahr lang einmal täglich 20 mg gegeben. 4 - 6 Wochen nach Beginn dieser Behandlung schwanden die Knochenschmerzen und die mit diesen verbundene allgemeine Schwäche. 6 der Patienten zeigten eine Besserung ihres Calcium-Gleichgewichtes.

Im Zusammenhang mit diesen und weiteren Beobachtungen empfiehlt SOAGNES die Vornahme weiterer ~~Untersuchungen~~ Untersuchungen, welche die Möglichkeit eröffnen könnten, bei vorliegenden Erkrankungen des Knochensystems, besonders bei Osteoporose, Osteodystrophie, Myelomatose und Carcinommetastasen im Knochensystem große Fluoridgaben als therapeutische Hilfsmittel einzusetzen.

Zusammenfassung

Seit mehr als 30 Jahren schenkt man den Fluorverbindun-

gen starke Beachtung, da sie Gesundheitsschäden hervorrufen können. Diese treten bei Jugendlichen bei Fluormangel und Fluorüberschuß besonders in Form von Zahnerkrankungen und Mißbildungen der Zähne, bei Erwachsenen als Erkrankungen des Knochensystems auf.

Die Zufuhr von Fluorverbindungen zum Organismus kann bei Menschen primär über Trinkwasser, beim Tier auch über das Weidefutter, bei der Pflanze aus der Luft erfolgen.

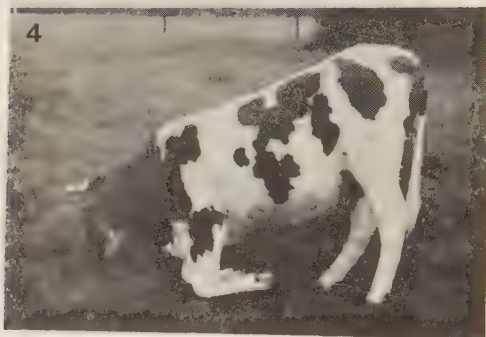
Während bei Tieren - besonders Rindern - und Pflanzen akute Intoxikationen mit schwerwiegenden Folgen auftreten können, sind solche bei Menschen nur als Folge von Unglücksfällen zu befürchten. Dafür ist bei Menschen die chronische Fluorose häufiger. Diese zeigt sich in Form von Dentalfluorose, Erkrankungen des Knochensystems, Störungen des Calcium-Phosphorsäure-Gleichgewichtes sowie der Aktivität verschiedener Enzyme.

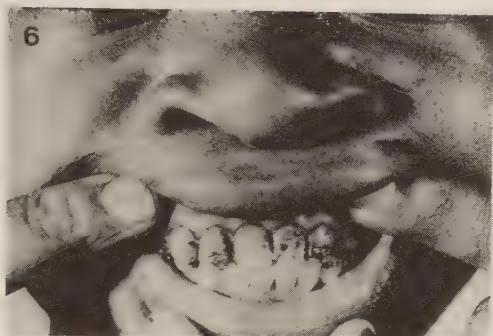
Maßnahmen zur Vorbeugung gegen Zahnkaries und zur Reduktion der Karieshäufigkeit wurden vielerorts durch Fluoridierung des Trinkwassers vorgenommen.

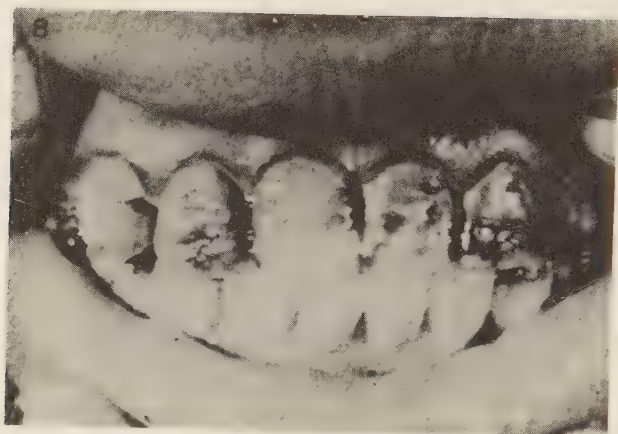
Die Einhaltung einer Fluorkonzentration im Trinkwasser 1,0 mg F/Liter, scheint unter Berücksichtigung von nützlicher und gefährdender Wirkung empfehlenswert zu sein.

Bei der Therapie von Fluorosen ist die Vermeidung von weiterer Fluorzufuhr zum Organismus vorerst offenbar der optimale Weg.









L i t e r a t u r

1. Albright, u. Reifenstein, Transact. Mac y Conf.
On Metabol. Aspects of Convalescence
1944 Vol. 8
2. Azar, Nucho Bayyak, Bayyak, Ann.int.med. 55 (1961) 193
3. Black, Zit. nach "Fluoridation of water" Comm.
interst. ans Foreign Commerce, 83 rd.
Congress 1954
4. Bredemann, G Biochemie u. Physiologie d. Fluors 1956
5. Csernicy, Zahnärztl. Mitt. 15 (1957) 49
6. Dean, H. Jay, Ph., Arnold jr., F. Elvove, E. Publ.
Health Report Washington 56 (1941) 365
7. Douglas, Northw. Med. 56 (1957) 107
8. Eggers-Lura, H Die Enzyme des Speichels u. der Zähne
Carl Hauser Verlag, München 1949
9. Fellenberg, Mitt. Lebensm. Unters. u. Hyg., Bern 39
(1948) 142
10. Feltmann, u. Kosel, Northw. Med. 56 (1957) 663
11. Friedrich, W. Zahnärztl. Reihenuntersuchungen bei Kasse-
ler Schulkindern zu Beginn der Trinkwasser-
fluoridierung 1952 Diss Marburg a.d.L. 1954
12. Gericke, U. Kurmis, Die Phosphorsäure, Essen 15 (1955)
50
13. Gettler, A.O. and Ellergy and Appl. Immunol. 20 (1962)
Suppl. 1
14. Goldschmidt, V.M., I. Chem. Soc. 1 (1937) 655
15. Haacke, E. u. Zimmermann, H. Zbl. Bakt. Parasit., Inf.
Krk. u. Hygiene 158 (1952) 304 - 308
16. Heuser, H. Grundriss der Zahn- Mund- u. Kieferkrank-
heiten 1952
" " Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 12 (1957) 1345-51
" " Stoma 1958 Heft 2 88-94
" " Das Dtsch. Zahnärzteb. XVI (1962) 419
17. Heuser, H. u. Kessler, W. Zahnärztl. Rundschau, 61 (1952)
20
18. Hoffmann-Axthelm Ambrosius Barth. Verlag, Leipzig 1959
Sammlung Weusser, Heft 41
19. Hoffmann, U. Zahnärztl. Reihenuntersuchungen bei Kasse-
ler Schulkindern, 6 Jahre nach Beginn der
Trinkwasserfluoridierung 1959 Diss Marburg
a.d.L. 1961

20. Hornung, H. Zit. Hoffmann, Kanppwost, das öffentliche Gesundheitswesen, 1957, S. 221
- " " Die Prophylaxe der Zahnkaries durch Fluor-zusatz zum Trinkwasser
- " " Das Dtsch. Gesundheitswesen, 5. Jahrg. 1950
- " " Gesundheitl. Bedeutung des Spurenelementes Fluor im Trinkwasser
- " " Ärztl. Sammelb. im Druck 1961
- " " Zum Problem der TWF zur Verbeugung der Zahnkaries Arch. Hyg. u. Bakt., 114 (1957), 8
21. Jovanovitz, Arch. Gew. Pathol. u. Gew. Hyg. 12
22. Kessler, W. Kariesprophylaxe durch Fluor, Z.R. 62, 237-239
- " " Kinder-Zahnheilkunde u. Jugendzahnpflege 3. Verb. Hufl. Carl Hauser Verlag München 1953
23. Knuston, J.W., J. Amer. Dent. Ass. 48 (1953) 65
24. Koriting, S. Geochim. Cosmochim. Acta, London 1 (1951) 81
25. Largent, E.J. and Heyroth, F.F., Zit. in Patty (10) S. 839
26. Leonhardt, H. Fluor Prophylaxe, Zahnärztl. Praxis IG. XV. 4 (1964)
27. Machle, W. and Largent, E.J., J. Ind. Hyg. Toxicol 25 (1943) 112
28. Mayrhofer, Bioch. Zschr. Berlin 295 (1938) 307
29. Melander, Med. Klinik 1957 II 1721
30. Moeschlin, S. Klinik u. Therapie d. Vergiftungen (1964) S. 222
31. Nomick, Acta Polytechn., Stockholm, NO. 127
- Chem. incl. Metallurgy Ser. Nor. 3 No. 7 (1953) 1
32. Patty, F.A. Ind. Hyg. Toxicol. 1963 S. 836
33. Pres. Mittlg. a.d. Hygiene-Institut d. Ruhrgebiets Gelsenkirchen
34. Purves, M.J. Lancet 1962 II 1188
35. Rosenberger, G. Staub 23 (1963) 153-55
36. Schmid, Schweiz. Monatschr. f. Zahnheilk. 1946 Heft 6, 7 S. 58
37. Soagnnes, R.F. Science 159 (1965) 989
38. Springmann L. Untersuchungen zur Feststellung toxische Nebenwirkungen bei Trinkwasserfluoridierung Diss. Marburg a.d.L. 1961
39. Voegtlin, R. Presse med. 67 (1957) 1020
40. Waldbott, Int. Arch. Allergy and Appl. Immunol. 20 (1962) Suppl. 1
41. Wolfrum, W. Zahnärztl. Röntgenologische Reinenuntersuchungen im Jahre 1953 zu Beginn der Trinkwasserfluoridierung in Kassel-Wahlershausen Diss. Marburg a.d.L. 1955
42. Williams, C.R. J. Ind. Hyg. Toxicol. 24 (1942) 277

Am Schluß dieser Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. Wüstenberg und Herrn Professor Dr. Dr. H. Heuser für die Überlassung des Themas, sowie den Herren Dr. Zimmermann und Dr. Hoffmann für die Hilfe bei der Anfertigung dieser Arbeit verbindlichst zu danken.

L e b e n s l a u f

Am 1. 10. 1931 wurde ich, Parvis K o m a i, als Sohn des Kaufmanns Abbas Komai und seiner Ehefrau Sultan, geb. Entessar, in Fuomenat, Iran, geboren.

Nach dem Besuch der Volksschule 1939-1945 und der Mittelschule 1945-1951 bestand ich das Abiturienten-examen im Jahre 1952.

1954 ging ich nach Deutschland mit dem Ziel, Zahnmedizin zu studieren. Ich besuchte die Universitäten Göttingen, Münster und Marburg. Dort bestand ich 1960 das Physikum und 1963 das Staats-examen.

Seit 15. 2. 1963 bin ich in Gelsenkirchen als Zahnarzt beruflich tätig.

Meine akademischen Lehrer waren die Herren
Professoren und Dozenten:

In Göttingen:

Bachmann, Harder, Glemser, Hilsch, Henke,
Bleschmüt, Mannkopf, Deuticke, Kramer.

In Münster:

Becher, Schütz, Lehnartz, Klemm, Micheel,
Strügger Brettschneider, Kappler.

In Marburg:

Heuser, Braun-Falco, Dimroth, Gedigk, Hennis,
Hering, Janke, Maurath, Niessing, Pantke, Petry,
Rosemann, Seidel, Siess, Siegert, Schmid, Lang,
Nieth, Hartmann, Prinz, Marx, Walcher.

